

# 红外与激光工程

月刊 1972年创刊

2021年第50卷第10期(总第324期)2021年10月25日

主管单位 中国航天科工集团有限公司  
主办单位 天津津航技术物理研究所  
主 编 吕跃广  
编辑出版 《红外与激光工程》编辑部  
(天津市空港经济区中环西路58号, 邮编300308)  
电 话 022-58168883, 58168884, 58168885  
电子邮箱 irla@csoe.org.cn  
网 址 www.irla.cn  
印刷单位 北京博海升彩色印刷有限公司  
国内发行 中国邮政集团公司天津市分公司  
国内订阅 中国邮政集团公司  
国内邮发代号 6-133  
国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司  
国外发行代号 BM 1766  
广告经营许可证号 1201044000019

## INFRARED AND LASER ENGINEERING

Monthly, First Published in 1972

Vol. 50 No. 10 2021 (Series No. 324) Oct. 25, 2021

**Managed by** China Aerospace Science and Industry Corporation Limited

**Sponsored by** Tianjin Jinhang Institute of Technical Physics

**Editor-in-Chief** Lv Yueguang

**Edited and Published by**

Editorial Office of Journal of Infrared and Laser Engineering  
(Zhonghuan West Road 58, Airport Economic Zone, Tianjin 300308)

**Tel** 86-22-58168883 86-22-58168884 86-22-58168885

**Email** irla@csoe.org.cn

**Website** http://www.irla.cn

**Printed by** Beijing BOHS Colour Printing Co. Ltd.

**Distributed by** Tianjin Branch of China Post Group

**Domestic** China Post Group

**Foreign** China International Book Trading Corporation

EI 核心期刊

SCOPUS、SA、INSPECT、AJ、CSCD 等收录  
中文核心期刊、中文科技核心期刊



《红外与激光工程》  
官方微信



中国光学工程学会  
官方微信



编辑部主任 刘俊杰  
责任编辑 翟远征  
编 辑 付 宁 许文颖  
刘兴旺 刘燕荣  
王红琨

刊 号  $\frac{\text{ISSN } 1007-2276}{\text{CN } 12-1261/\text{TN}}$

国内定价 200元

刊名题词 张爱萍 将军

# 第十七届《红外与激光工程》编委会

Editorial Board of Infrared and Laser Engineering

顾问委员会 Advisory Committee (按姓氏拼音为序)

褚君浩 顾敏 李天初 刘明 姜会林 孙昌璞 谭久彬  
许祖彦 姚建平

编委会主任 Director of Editorial Board

张广军

常务副主任 Executive Vice Directors

赵雪燕 苏建忠

名誉主编 Honorary Editors-in-Chief

金国藩 庄松林

主 编 Editor-in-Chief

吕跃广

常务副主编 Executive Vice Editors-in-Chief

卢进 李瑾

副 主 编 Vice Editors-in-Chief

王立军 王建宇 房建成 戴琼海 黄如 张锋  
马晶 史泽林 罗先刚 柏连发

编 委 Members of Editorial Board (按姓氏拼音为序)

白剑 蔡毅 程勇 陈金宝 陈卫标 崔铁军 付跃刚 高春清  
龚海梅 龚威 韩中生 华灯鑫 蒋亚东 柯熙政 李明 李学龙  
刘德明 刘会通 刘建国 刘阳 卢欣 罗海波 罗毅 饶长辉  
沈为民 史浩飞 史伟 史衍丽 舒嵘 司俊杰 宋瑛林 苏建忠  
孙洪波 王向军 王晓 魏志义 吴飞 谢国强 杨立 杨远洪  
袁小聪 尤立星 张学军 赵毅强 赵远 郑永超 朱亦鸣 祝连庆

青年编委 Youth Members of Editorial Board (按姓氏拼音为序)

白瑜 卜令兵 曹良才 常浩 陈晨 陈飞 陈宏伟 陈慧敏  
陈楠 陈沁 陈树琪 董浩 郜鹏 顾有林 韩家广 胡明列  
胡鹏程 胡伟达 黄磊 黄玲玲 雷李华 李春艳 李国元 李旭  
林宏焘 刘春雨 刘东 刘华松 刘舒扬 刘正君 刘智颖 罗智超  
毛宏霞 孟庆宇 孟祥涛 牟成博 裴丽 彭滢 彭志勇 沈正祥  
斯科 宋贺伦 宋宏 宋清海 孙广开 孙红胜 孙琪真 谈宜东  
王道档 王峰 王军 王明军 王鹏飞 王文光 王肖沐 王毅  
吴东 徐飞 徐挺 薛春来 闫兴鹏 杨小冈 姚佰承 姚俊杰  
于磊 臧志刚 张颖 郑永秋 周辉 周朴 朱猛 左超

国际编委 Members of International Editorial Board

Dayan Ban (Canada)	Wen Lei (Australia)	Ji Yi (USA)
José Capmany (Spain)	Libo Ma (Germany)	Chao Zhang (Australia)
Yuwei Chen (Finland)	Giancarlo Pedrini (Germany)	Shuang Zhang (UK)
Feng Gao (UK)	Vyacheslav Trofimov (Russia)	Guoan Zheng (USA)
Shibin Jiang (USA)	Masashi Yamaguchi (USA)	

# 目 次

## ❖ 特约专栏—先进光学系统设计与制造 ❖

日光诱导叶绿素荧光高光谱成像仪研究 (特邀) .....	张 伟, 薛 辉, 于 磊	20210311
平面镜子孔径加权拼接检测算法 (特邀) .....	闫力松, 张斌智, 王孝坤, 等	20210520
大口径主动光学巡天望远镜大动态范围曲率传感 .....	安其昌, 吴小霞, 张景旭, 等	20210224
具备调焦功能的空间光学载荷支撑结构设计 (特邀) .....	丛杉珊, 王 升, 孙美娇, 等	20210476
可变智能桁架在大口径光学望远镜中的应用 .....	王 瑞, 王富国, 孙雪倩, 等	20210213
激光半主动光学系统设计与可视化检测 .....	徐大维, 韩 星, 张晨钟, 等	20210265
微纳卫星高分辨视频相机光机结构与试验 (特邀) .....	张 雷, 邵梦旗, 薛志鹏, 等	20210477
夏克哈特曼扫描拼接检测平面镜 (特邀) .....	王 晶, 王孝坤, 胡海翔, 等	20210527
基于改进马尔可夫随机场的事件相机去噪算法 .....	李鹏举, 张雅声, 方宇强, 等	20210294
宽光谱实入瞳远心中继光学系统设计 .....	常凌颖, 张 强, 邱跃洪, 等	20210091
单轴半蝶形柔性铰链在快速反射镜中的设计与应用 .....	赵 磊, 柳秋兴, 胡 博, 等	20210118

## ❖ 激光器与激光光学 ❖

n 波导层铟组分对 GaN 基绿光激光二极管光电性能的影响 .....	贾甜甜, 董海亮, 贾志刚, 等	20200489
400 mm 口径片状放大器 JG2 钎玻璃增益与激光输出性能实验研究 .....	陈 林, 吴文龙, 赵军普, 等	20200461
硼掺杂纳米硅薄膜的多脉冲激光熔覆数值模拟及实验研究 .....	洪 捐, 蒯 源, 程 鹏, 等	20210023
改进的枝切法在散斑相位解包裹中的应用 .....	周 勇, 邵 珩, 聂中原, 等	20200451
高重复率激光时间比对激光发射时序精确控制 .....	耿仁方, 吴志波, 汤 凯, 等	20200473
飞秒激光环切加工不锈钢微孔工艺及其质量控制神经网络模型 .....	岳端木, 孙会来, 杨 雪, 等	20200446
基于高光谱激光雷达信号强度免校准的煤岩分类 (英文) .....	何子辛, 邵 慧, 郭 航, 等	20200518
环境温度影响激光发射二轴转台性能研究 .....	黄训清, 韩光宇, 李 冰	20200481

## ❖ 红外技术及应用 ❖

宽动态范围红外积分球辐射源的优化设计与性能测试 (特邀) .....	黄思佳, 袁银麟, 翟文超, 等	20210516
三温区梯度化学气相沉积 ZnS 制备 .....	吴绍华, 黄 攀, 赵劲松, 等	20210004
CFRP/Al 蜂窝结构缺陷巴克编码热波检测及匹配滤波 .....	卜迟武, 赵 博, 刘 涛, 等	20210050
基于柔性显示的主动像质重构应用技术 (英文) .....	郭聚光, 马勇辉, 张 广, 等	20200458
红外热像仪高精度测温标定技术 .....	蔡李靖, 周凯来, 沈桂竹, 等	20210043

## ❖ 光电测量 ❖

基于改进 CenterNet 的 AFP 铺层表面缺陷检测 .....	王 璇, 康 硕, 朱伟东	20210011
裂像镜在激光测距机离焦检测中的应用 .....	秦铭泽, 胡 源, 贺文俊, 等	20200454

基于二维激光扫描技术的罐道检测算法 ..... 胡文彬, 吴 丰, 甘维兵, 等 20200480  
超声速燃烧场高密度光学测量环设计方法研究 ..... 宋俊玲, 姜雅晶, 饶 伟, 等 20210063  
扰动分离自抗扰控制在光电稳定平台上的应用 ..... 张越杰, 张 鹏, 冉承平, 等 20210068

❖ 图像处理 ❖

基于深度学习的 3D 打印球形粉末颗粒自动统计与测量 (英文) ..... 王祎超, 张 政, 黄海洲, 等 2021G004  
合并分割块的点云语义分割方法 ..... 苏云征, 郝 群, 曹 杰, 等 20200482  
尾焰的紫外高分辨辐射图像仿真与特征提取 ..... 张丹萌, 白 璐, 吕 强, 等 20200466  
基于体素化图卷积网络的三维点云目标检测方法 ..... 赵毅强, 艾西丁·艾克白尔, 陈 瑞, 等 20200500  
图像分块匹配的 SAR 目标识别方法 ..... 马丹丹 20210120  
高斯混合聚类对移动曲面拟合滤波分类的应用 ..... 邢承滨, 龚声胜, 于晓亮, 等 20200501  
实现激光点云高效配准的 ICP 优化及性能验证 ..... 王建军, 卢云鹏, 张莽匀, 等 20200483

❖ 光学器件 ❖

复合滤波结构的窄线宽高频微波信号产生装置 ..... 贾青松, 徐丹锋, 徐雨萌, 等 20210074  
220 GHz 二次谐波混频器集成模块 ..... 胡海帆, 马旭明, 马 喆, 等 20210078  
高填充因子微透镜阵列的快速制备及特性分析 ..... 黄邵祺, 宋泽园, 潘明亮, 等 20200476

❖ 光通信与光传感 ❖

一种面向光纤网络路径优化的机器学习改进算法 ..... 王文君, 徐 娜 20210185  
次谐波调制下光注入 DFB-LD 结构的可调谐光电振荡器 ..... 赵嘉熠, 谷一英, 胡晶晶, 等 20200457

# Contents

## ❖ Special issue—Advanced design and manufacturing of optical system ❖

- Study on hyperspectral imager for the solar induced chlorophyll fluorescence observation (*Invited*) ..... Zhang Wei, Xue Hui, Yu Lei 20210311
- Subaperture stitching testing to flat mirror based on weighting algorithm (*Invited*) ..... Yan Lisong, Zhang Binzhi, Wang Xiaokun, et al. 20210520
- Large dynamic range curvature sensing for large-aperture active-optics survey telescope ..... An Qichang, Wu Xiaoxia, Zhang Jingxu, et al. 20210224
- Design of support structure for space optical payloads with refocusing function (*Invited*) ..... Cong Shanshan, Wang Sheng, Sun Meijiao, et al. 20210476
- Application of variable intelligent trusses in large aperture optical telescopes ..... Wang Rui, Wang Fuguo, Sun Xueqian, et al. 20210213
- Design of laser semi-active optical system and visual testing ..... Xu Dawei, Han Xing, Zhang Chenzhong, et al. 20210265
- Optomechanical structure design and experiment of high-resolution video camera for micro-nano satellite (*Invited*) ..... Zhang Lei, Shao Mengqi, Xue Zhipeng, et al. 20210477
- Shack-Hartmann scanning and stitching detection plane mirror (*Invited*) ... Wang Jing, Wang Xiaokun, Hu Haixiang, et al. 20210527
- Denoising algorithm based on improved Markov random field for event camera ..... Li Pengju, Zhang Yasheng, Fang Yuqiang, et al. 20210294
- Design of telecentric relay optical system with broadband and real entrance pupil ..... Chang Lingying, Zhang Qiang, Qiu Yuehong, et al. 20210091
- Design and application of bi-axial half-butterfly flexure hinges in fast steering mirrors ..... Zhao Lei, Liu Qiuxing, Hu Bo, et al. 20210118

## ❖ Lasers & Laser optics ❖

- Influence of indium composition of n waveguide layer on photoelectric performance of GaN-based green laser diode ..... Jia Tiantian, Dong Hailiang, Jia Zhigang, et al. 20200489
- Gain and laser output performance of JG2 Nd: glass in 400 mm aperture slab amplifier ..... Chen Lin, Wu Wenlong, Zhao Junpu, et al. 20200461
- Numerical simulation and experimental study of multi-pulse laser cladding of B doped Si nano-film ..... Hong Juan, Kuai Yuan, Cheng Kun, et al. 20210023
- Application of improved branch-cut method in speckle phase unwrapping ..... Zhou Yong, Shao Heng, Nie Zhongyuan, et al. 20200451
- Precise control of laser emission epoch in laser time transfer with high repetition rate ..... Geng Renfang, Wu Zhibo, Tang Kai, et al. 20200473
- Annular drilling process and quality control neural network model of stainless steel micro-hole with femtosecond laser ..... Yue Duanmu, Sun Huilai, Yang Xue, et al. 20200446
- Classification of coal/rock based on Hyperspectral LiDAR calibration-free signals ..... He Zixin, Shao Hui, Guo Hang, et al. 20200518
- Research on the influence of ambient temperature on the performance of laser launching two-axis turntable ..... Huang Xunqing, Han Guangyu, Li Bing 20200481

## ❖ Infrared technology and application ❖

- Design optimization and performance test of infrared integrating sphere radiation source with wide dynamic range (*Invited*) ..... Huang Sijia, Yuan Yinlin, Zhai Wenchao, et al. 20210516
- TTG-CVD based ZnS material preparation ..... Wu Shaohua, Huang Pan, Zhao Jingsong, et al. 20210004

Barker coded thermal wave detection and matched filtering for defects in CFRP/Al honeycomb structure .....	Bu Chiwu, Zhao Bo, Liu Tao, et al. 20210050
Active image quality reconstruction technology based on flexible display .....	Guo Juguang, Ma Yonghui, Zhang Guang, et al. 20200458
High-precision temperature measurement and calibration technology of infrared thermal imager .....	Cai Lijing, Zhou Kailai, Shen Guizhu, et al. 20210043

❖ **Photoelectric measurement** ❖

Defect detection of laminated surface in the automated fiber placement process based on improved CenterNet .....	Wang Xuan, Kang Shuo, Zhu Weidong 20210011
Application of split-image mirror in defocus detection of laser rangefinder .....	Qin Mingze, Hu Yuan, He Wenjun, et al. 20200454
Detection algorithm of shaft guide based on two-dimensional laser scanning technology .....	Hu Wenbin, Wu Feng, Gan Weibing, et al. 20200480
Design of a high-resolution optical measuring ring for supersonic combustion flow field .....	Song Junling, Jiang Yajing, Rao Wei, et al. 20210063
Application of a disturbance separation active disturbance rejection control in photoelectric stabilized platform .....	Zhang Yuejie, Zhang Peng, Ran Chengping, et al. 20210068

❖ **Image processing** ❖

Particle auto-statistics and measurement of the spherical powder for 3D printing based on deep learning .....	Wang Yichao, Zhang Zheng, Huang Haizhou, et al. 2021G004
Point cloud semantic segmentation method based on segmented blocks merging .....	Su Yunzheng, Hao Qun, Cao Jie, et al. 20200482
Image simulation and feature extraction of UV high resolution radiation of plume .....	Zhang Danmeng, Bai Lu, Lv Qiang, et al. 20200466
3D point cloud object detection method in view of voxel based on graph convolution network .....	Zhao Yiqiang, Arxidin Akbar, Chen Rui, et al. 20200500
SAR target recognition based on image blocking and matching .....	Ma Dandan 20210120
Application of Gaussian Mixture Clustering to moving surface fitting filter classification .....	Xing Chengbin, Gong Shengsheng, Yu Xiaoliang, et al. 20200501
Optimization and performance verification of high efficiency ICP registration for laser point clouds .....	Wang Jianjun, Lu Yunpeng, Zhang Jiyun, et al. 20200483

❖ **Optical devices** ❖

Narrow linewidth high frequency microwave signal generator based on composite filter structure .....	Jia Qingsong, Xu Danfeng, Xu Yumeng, et al. 20210074
220 GHz sub-harmonic mixer integrated module .....	Hu Haifan, Ma Xuming, Ma Zhe, et al. 20210078
Rapid fabrication and characteristics analysis of high-filling-factor microlens array .....	Huang Shaoqi, Song Zeyuan, Pan Mingliang, et al. 20200476

❖ **Optical communication and sensing** ❖

An improved machine learning algorithm for optical fiber network path optimization .....	Wang Wenjun, Xu Na 20210185
Tunable optoelectronic oscillator based on optically injected distributed-feedback semiconductor laser diode under subharmonic microwave modulation .....	Zhao Jiayi, Gu Yiying, Hu Jingjing, et al. 20200457